

УДК 539.3

ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ

© 2011 г.

Н.М. Якупов, А.А. Абдюшев, С.Н. Якупов

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

yzsrr@kfti.knc.ru

Поступила в редакцию 15.06.2011

В конструкциях в процессе эксплуатации возникают различные дефекты, представляющие угрозу для их безопасности. Разработаны два типа накладок для «лечения» панелей с трещинами; схемы усиления дефектных областей крупногабаритных вентиляторных градирен для предотвращения их разрушения; антикоррозионное покрытие отстойника, составленного из несущих гофрированных элементов, образующих продувочные каналы для вентиляции их элементов. Проведены численные исследования. Получены патенты на изобретения. Разработки отмечены медалями на международных выставках.

Ключевые слова: дефекты, пассивные и активные накладки, схемы усиления конструкций, отстойники, конструктивная противокоррозионная защита.

Введение

Конструкции предназначены для выполнения определенных функций в течение заданного срока. Если природные конструкции восхищают нас своим изяществом и уникальным совершенством, то рукотворные – весьма далеки от этого. В конструкциях в процессе эксплуатации из-за конструктивного несовершенства и условий работы возникают различные дефекты (трещины, коррозионные углубления, царапины и т.д.), представляющие угрозу для их безопасности.

«Лечащие» накладки

Разработаны два типа накладок для «лечения» панелей с дефектами. На разработанные накладки и способ применения получены патенты РФ на изобретение (№2310791, №2380585).

Исследовано методом конечных элементов напряженно-деформированное состояние панели с одной трещиной и системой трещин без накладок и с «лечащими» накладками. Рассмотрены пассивные накладки, не создающие усилий сжатия, и активные накладки из материала с «эффектом памяти формы», создающие при срабатывании усилия сжатия. Показано снижение концентрации напряжений при применении накладок. На рис. 1 приведен график изменения максимальных значений интенсивности напряжений в панели от расположения накладок при значениях деформации в накладке $e = 0.0004$. Видно, что максимальные значения интенсивности напряжений снижаются в 5.7 раза. На рис. 2 приведен график влия-

ния деформаций в «лечащих» накладках на минимальное значение интенсивности напряжений, из которого видно, что минимальные напряжения в панели возникают при деформациях в накладке около $e = 0.0003$.

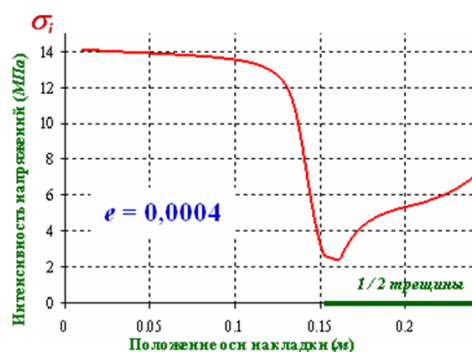


Рис. 1

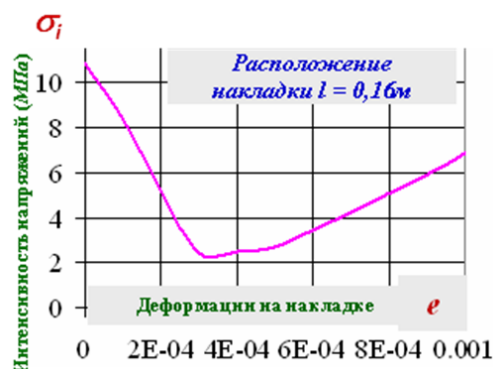


Рис. 2

Таким образом, выбирая положение активных «лечащих» накладок и деформацию, создаваемую накладкой, удастся снизить уровень напряжений

и, тем самым, увеличить несущую способность дефектных панелей, воспринимающих растяжение.

Разработка отмечена бронзовой медалью и дипломом 37 Международного Салона изобретений, новой техники и изделий «Женева-2009». Высокий уровень разработки отмечен двумя дипломами ФИПС.

Схемы усиления градирен

Разработаны схемы усиления ослабленных и дефектных участков крупногабаритных вентиляторных градирен круглой формы в плане. На разработки получены патенты на изобретение РФ (№2326218, №2343256).

Схема 1 включает в себя наклонные балки, расположенные в радиальных направлениях конфузора, прикрепленные верхними концами к несущим элементам конструкции и опирающиеся на опорное кольцо, на котором закреплен опоясывающий бандаж (рис. 3). Схема 2 состоит из каркаса усиления в виде вертикальных стоек, соединенных горизонтальными поясами жесткости, и раскосов (рис. 4). При этом ячейки образованной решетки могут быть разной структуры. Устройства относятся к области строительства и реконструкции зданий и сооружений, например, градирен, имеющих в плане преимущественно круглое сечение.

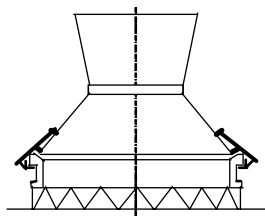


Рис. 3

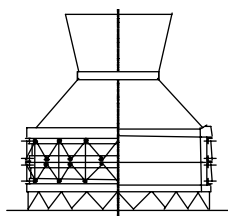


Рис. 4

Устройства обеспечивают рациональную передачу усилий, действующих на здания и сооружения, на опоры, увеличивают долговечность и сейсмостойкость. Реализация схем позволяет предотвращать техногенные катастрофы.

Разработка передана в ОАО «Нижнекамскнефтехим» для использования при выполнении капитального ремонта градирен СК1200.

Комплексная разработка отмечена серебря-

ной медалью и дипломом XII Московского международного Салона промышленной собственности «Архимед», 2009 г.

Покрытия с конструктивной противокоррозионной защитой

В связи с обострением экологической ситуации для уменьшения вредных газообразных выбросов в атмосферу, отстойники делают крытыми. Разработан вариант тонкостенного покрытия с конструктивной противокоррозионной защитой (рис. 5). Получен патент РФ (№2345198). Проведен методом конечных элементов расчет варианта конструкций, расчетная схема одной секции представлена на рис. 6. Продувочные каналы, образованные несущими элементами конструкции в виде гофров, обеспечивают постоянную вентиляцию конструктивно-силовых элементов покрытия. Наличие в нижней части покрытия тонкостенного элемента в виде фольги или пленки обеспечивает, наряду с формообразованием части продувочных каналов, изоляцию несущих конструктивно-силовых элементов от паровоздушной агрессивной среды отстойника. Покрытие позволяет увеличить долговечность покрытия и экологическую эффективность.

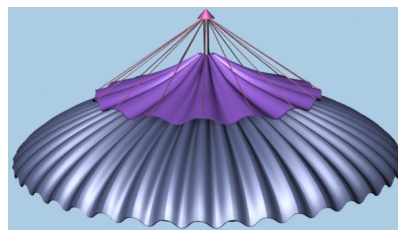


Рис. 5

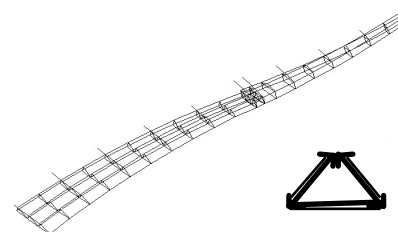


Рис. 6

Разработка награждена дипломом II степени и серебряной медалью на XVI Международной выставке-конгрессе. С.-Петербург, 2010 г.

APPROACHES OF THE DECISION OF PROBLEMS OF SAFETY OF CONSTRUCTIONS*N.M. Yakupov, A.A. Abdjushev, S.N. Yakupov*

The work considers numerical solution of problems of static bending and steady-state vibrations of thin rectangular plates and shells under local loads specified by functions of a special type. The approach is applied to solving problems for plates of isotropic, orthotropic and viscoelastic material and isotropic cylindrical shells. The results are compared to known theoretical solutions and the results obtained by other numerical methods. Considering cylindrical shells, the results obtained for classical theory are compared with those for flat shell theory and the conclusion about the correctness of the hypothesis of flat shell theory is made.

Keywords: defects, passive and active overlays, strengthening schemes designs, sediment bowls, constructive anticorrosive protection.